

УДК 656.11.021.2

А.О.ЛОБАШОВ, канд. техн. наук, Д.Л.БУРКО

*Харьковская национальная академия городского хозяйства***ОПРЕДЕЛЕНИЕ СКОРОСТИ ДВИЖЕНИЯ ТРАНСПОРТНЫХ ПОТОКОВ В ГОРОДАХ**

Анализируются факторы, оказывающие влияние на скорость движения транспортных потоков. Приведен анализ моделей изменения скорости. Представлена модель изменения скорости движения в зависимости от интенсивности движения транспортных потоков.

При управлении транспортными потоками неизбежно возникает задача выбора и назначения наиболее целесообразной скорости движения автомобилей на том или ином участке дороги, в данных условиях движения. Скорость является одним из главных выходных показателей эффективности функционирования потоков, и обладает рядом свойств, позволяющих считать ее универсальной характеристикой [1].

Оценка влияния различных факторов на скорость движения проводилась многими исследователями. В работе [1] указывается, что на скорость движения транспортных потоков наибольшее влияние оказывают следующие факторы: величина продольных уклонов, радиусы кривых в плане, ширина проезжей части, ровность дорожного покрытия. Кроме вышеперечисленных факторов, авторы [2] указывают, что существенное влияние на скорость движения автомобилей оказывают метеорологические условия, а в темное время суток – освещение дороги.

По мнению авторов [2], влияние рассмотренных факторов на скорость движения проявляется в условиях свободного движения транспортных средств, то есть когда интенсивность и плотность движения относительно невелики и не ощущается взаимное стеснение движения. Однако, при движении транспортных потоков в условиях повышенной плотности возникают взаимные помехи движению и фактическая скорость транспортных средств падает. Во многих исследованиях были приняты допущения о том, что фактическая скорость движения транспортных потоков является функцией от интенсивности движения. Были выведены различные корреляционные уравнения этой зависимости, которые имеют общий вид [2]:

$$V = Vc(1 - k \cdot Na), \quad (1)$$

где  $Vc$  – скорость свободного движения автомобиля на данном участке дороги, км/ч;  $k$  – корреляционный коэффициент снижения скорости движения в зависимости от интенсивности транспортного потока.

В работе [3] приводится обобщенная эмпирическая зависимость

средней скорости транспортного потока от интенсивности движения:

$$V = V_0 - \alpha \cdot N, \quad (2)$$

где  $V_0$  – средняя скорость одиночных автомобилей на участке, где дорожные условия не влияют на скорость движения, км/ч;  $N$  – интенсивность движения в двух направлениях, авт/ч;  $\alpha$  – коэффициент, зависящий от состава движения.

В работе [4] приводятся зависимости для определения скорости движения транспортных потоков, состоящих из определённого вида транспортных средств. Аналогичные зависимости приводятся и в других работах [5, 6] как для двухполосных, так и шестиполосных магистралей. Для них выведены корреляционные зависимости для каждой из полос движения. Исследование взаимного влияния интенсивности и скорости также было проведено в контексте теории транспортных потоков. В основе полученных зависимостей лежит основное уравнение транспортного потока, описывающее взаимосвязь между скоростью, интенсивностью и плотностью [7].

Основные параметры транспортных потоков взаимосвязаны. Однако при прогнозировании скорости в качестве независимой переменной будем считать интенсивность, а не плотность потока. Это объясняется тем, что интенсивность движения формируется непосредственно под воздействием транспортного спроса, данные о котором могут служить основой для моделирования крупномасштабных транспортных сетей.

Зависимость между скоростью и интенсивностью потока представляется возможным описать регрессионной моделью. Обработка экспериментальных данных методами регрессионного анализа с помощью стандартных пакетов программ для ЭВМ показала, что наиболее адекватно описывает статистику нелинейная модель вида:

$$Y = AX^2 + B, \quad (3)$$

где  $Y$  – зависимая переменная (скорость потока), км/ч;  $X$  – независимая переменная (интенсивность движения), авт/ч;  $A, B$  – коэффициенты регрессии.

После расчета параметров модели получена следующая зависимость:

$$V = 55,82 - 6,92 \cdot 10^{-5} \cdot N^2. \quad (4)$$

Эта модель характеризуется высокой теснотой связи между зависимой и независимой переменными (коэффициент корреляции  $r = 0,99$ ) и достаточной адекватностью (средняя ошибка аппроксимации  $\varepsilon = 1,3\%$ ) [8].

По условию 50%-го снижения пропускная способность одной полосы движения городской улицы принята 750 авт./ч. Модель описывает изменение скорости свободного потока (до достижения пропускной способности). После достижения пропускной способности транспортный поток становится несвободным и функционирует в режиме затора. При заторовых состояниях скорость и интенсивность потока снижается и может падать до нуля. Четких закономерностей поведения транспортных потоков в условиях затора нет. Поэтому предлагается в случае превышения пропускной способности принимать  $V=5$  км/ч. Как уже отмечалось, при низкой плотности скорость потока на городских улицах может не зависеть от интенсивности. В этом случае скорость потока следует принимать равной скорости движения в свободных условиях ( $V_c$ ), независимо от прогнозного значения по зависимости (4). Таким образом скорость потока на городских улицах предлагается определять с помощью следующей системы уравнений [8]:

$$V = \begin{cases} n p u \quad N \leq P \min \begin{cases} V_c \\ 55,82 - 6,92 \cdot 10^{-5} \cdot N^2 \end{cases} \\ n p u \quad N > P \quad 5 \text{ км/ч} \end{cases}, \quad (5)$$

где  $P$  – пропускная способность полосы движения, авт/ч.

Поскольку, полученная модель по своему характеру является грубой, её представляется возможным использовать для прогнозирования скорости потока в крупномасштабных транспортных сетях. Однако, в силу различий характеристик дорожных условий на улично-дорожной сети города, полученная модель может не совсем точно описывать изменение скорости. Поэтому предлагается рассмотреть возможность классификации улиц и дорог городов и построения для каждого класса магистралей аналогичных по своему характеру моделей, что может являться предметом дальнейших исследований.

1.Васильев А.П., Фримштейн М.И. Управление движением на автомобильных дорогах. – М.: Транспорт, 1979. – 296 с.

2.Клинковштейн Г.И., Афанасьев М.Б. Организация дорожного движения. – 5-е изд., перераб. и доп. – М.: Транспорт, 2001. – 247 с.

3.Бабков В.Ф., Хендель Г. Р. Принципы проектирования реконструкции автомобильных дорог // Труды МАДИ. Вып. 100. – М.: МАДИ, 1976. – С.5-33.

4.Бабков В.Ф., Афанасьев М.Б., Васильев А.П. Дорожные условия и режимы движения автомобилей. – М.: Транспорт, 1967. – 233 с.

5.Красников А.Н. Скорости движения потоков автомобилей на автомагистралях с шестью полосами движения // Проектирование дорог и безопасность движения. – М.: МАДИ, 1974. – С.71-75.

6.Любанов Е.М., Сильянов В.В., Ситников Ю.М. Пропускная способность автомо-

бильных дорог. – М.: Транспорт, 1970. – 146 с.

7. Автомобильные перевозки и организация дорожного движения (Справочник): Пер. с англ. – М.: Транспорт, 1981. – 592 с.

8. Лобашов А.О. О прогнозировании скорости транспортных потоков на городских улицах // Вестник ХНАДУ. – Харьков: РИО, ХНАДУ, 2002.

*Получено 02.02.2006*

УДК 656 : 519.87 : 314

В.К.ДОЛЯ, д-р техн. наук

*Харківська національна академія міського господарства*

П.М.ГРИЦЮК, канд. фіз.-матем. наук, М.Є.КРИСТОПЧУК

*Національний університет водного господарства та природокористування,  
м.Рівне*

### **ДОСЛІДЖЕННЯ ТРАНСПОРТНОЇ МЕРЕЖІ РЕГІОНУ МЕТОДОМ ПОБУДОВИ ФУНКЦІЙ ЩІЛЬНОСТІ НАСЕЛЕННЯ**

Пропонується методика визначення закономірностей розселення в регіоні та побудована регулярна модель для функції щільності населення. Отримана модель може бути використана для математичного моделювання функціонування транспортних систем.

При визначенні ємності автотранспортних послуг при формуванні парку автотранспортних засобів для виконання міських та приміських перевезень слід враховувати:

- розподіл міст і селищ міського типу за чисельністю населення;
- середню чисельність населення в містах за групами;
- структуру розподілу населення за чисельністю.

На міських і приміських маршрутах відбулось різке зменшення кількості автобусів великої та особливо великої місткості, на заміну яких з'явилися автобуси малої та особливо малої місткості, що в свою чергу призвело до гіпертрофії ринку транспортних послуг.

В умовах ринку пасажирський транспорт стає об'єктом економічних методів дослідження: маркетингу, аналізу ринків, оцінки поведінки споживачів послуг по переміщенню населення, вивчення закономірностей попиту і керування ним.

Існує нагальна потреба в наявності конкретних методик, що дозволяють кількісно ув'язати попит з пропозицією транспортних послуг, оцінити вплив на нього як цінових, так нецінових факторів. Такі методики необхідні як у теоретичному плані, так і для вирішення практичних задач управління (у тому числі стратегічного) громадським транспортом на рівні підприємств-операторів і державних органів міських і обласних адміністрацій.

У ринкових умовах мають місце два напрямки організації послуг